

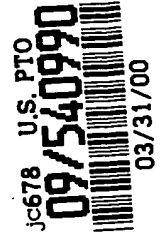
#5

LAW OFFICES
SUGHRUE, MION, ZINN, MACPEAK & SEAS, PLLC
2100 PENNSYLVANIA AVENUE, N.W.
WASHINGTON, DC 20037-3213
TELEPHONE (202) 293-7060
FACSIMILE (202) 293-7860
www.sughrue.com

J. Frank Osha, Esq.

Direct Dial No.: (202) 663-7915
E-Mail: fosha@sughrue.com

March 31, 2000



BOX PATENT APPLICATION
Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Re: Application of Toshiya ARAMAKI and Kazuhiro ISOYAMA
PACKET SWITCH REALIZING TRANSMISSION WITH NO PACKET DELAY
Our Ref. Q58575

Dear Sir:

Attached hereto is the application identified above including 39 sheets of the specification and claims, and 11 sheets of formal drawings. Also enclosed is an Information Disclosure Statement with Form PTO-1449 and references. **The executed Declaration and Power of Attorney and Assignment will be submitted at a later date.**

The Government filing fee is calculated as follows:

Total claims	<u>14</u>	-	20	=	<u> </u>	x	\$18.00	=	<u> </u>
Independent claims	<u>1</u>	-	3	=	<u> </u>	x	\$78.00	=	<u> </u>
Base Fee									\$690.00
TOTAL FEE									\$690.00

A check for the statutory filing fee of \$690.00 is attached. You are also directed and authorized to charge or credit any difference or overpayment to Deposit Account No. 19-4880. The Commissioner is hereby authorized to charge any fees under 37 C.F.R. §§ 1.16 and 1.17 and any petitions for extension of time under 37 C.F.R. § 1.136 which may be required during the entire pendency of the application to Deposit Account No. 19-4880. A duplicate copy of this transmittal letter is attached.

Priority is claimed from April 2, 1999 based on Japanese Application No. 096996/99. The priority document is enclosed herewith.

Respectfully submitted,
SUGHRUE, MION, ZINN,
MACPEAK & SEAS, PLLC
Attorneys for Applicant

By: J. Frank Osha
J. Frank Osha
Registration No. 24,625

Aramaki et al
Filed 3/31/00
Q58575
10/1

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 9 年 4 月 2 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 0 9 6 9 9 6 号

出 願 人

Applicant (s):

日本電気株式会社

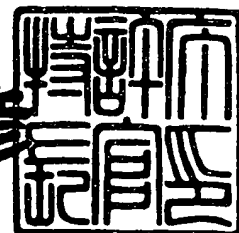


CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 0 年 2 月 4 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



【書類名】 特許願

【整理番号】 49210365

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 12/56

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 荒巻 利也

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 磯山 和彦

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100093595

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 松本 正夫

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 057794

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パケットスイッチ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 単位スイッチを多段接続して構成されたパケットスイッチにおいて、

1 段目の単位スイッチが、入力したパケットに対して、該パケットの行き先に応じてシーケンス番号を付して後段の単位スイッチへ分配送出し、

最終段の単位スイッチが、前段の単位スイッチから受け取ったパケットに付されているシーケンス番号にしたがってパケットの順序を整列して出力することを特徴とするパケットスイッチ。

【請求項 2】 前記 1 段目の単位スイッチが、入力したパケットに対して、該パケットを入力した単位スイッチと最終的に該パケットを出力する単位スイッチとの組ごとに設定されたシーケンス番号を付すと共に、前記パケットを入力した単位スイッチである自スイッチの識別情報を付すことを特徴とする請求項 1 に記載のパケットスイッチ。

【請求項 3】 前記 1 段目の単位スイッチが入力したパケットに対して付するシーケンス番号の総数が、後段の単位スイッチにおけるキューイング遅延の最大値と該後段の単位スイッチの入出力ポートの本数とに基づいて設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載のパケットスイッチ。

【請求項 4】 前記最終段の単位スイッチが、パケットを入力する 1 段目の単位スイッチごとに設けられ、パケット単位でスロット化されたキューを備え、

前段の単位スイッチから到着したパケットに付されている前記識別情報及び前記シーケンス番号に基づいて、対応する前記キューの対応するスロットへ該パケットを書き込み、

前記キューに書き込まれている前記パケットを前記シーケンス番号の順に読み出して出力すること

を特徴とする請求項 2 に記載のパケットスイッチ。

【請求項 5】 前記最終段の単位スイッチが、前記キューに対するリード・

ポインタの初期値を、最初に受信したパケットのシーケンス番号に基づいて決定することを特徴とする請求項 4 に記載のパケットスイッチ。

【請求項 6】 前記最終段の単位スイッチが、前記キューにおけるリード・ポインタが示すスロットからパケットを読み出した場合、または前記キューにおけるリード・ポインタが示すスロットに一定時間パケットが到着しなかった場合に、該リード・ポインタを更新することを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載のパケットスイッチ。

【請求項 7】 前記単位スイッチが、
 入力ポートを $2N$ 本持ち、出力ポートを N 本持つ $2N \times N$ スイッチ部と、
 入力したパケットに対して、該パケットの行き先に応じてシーケンス番号を付して後段の単位スイッチへ分配送出するパケット分配部と、
 前段の単位スイッチから受け取ったパケットに付されているシーケンス番号にしたがってパケットの順序を整列して前記 $2N \times N$ スイッチ部に渡すパケット整列部と、

入力したパケットを、自スイッチにおいて折り返しか、または後段の単位スイッチに送出するかに応じて振り分け、折り返しの前記パケットを前記 $2N \times N$ スイッチ部に渡し、後段のスイッチに送出するパケットを前記パケット分配部に渡すフィルタと

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のパケットスイッチ。

【請求項 8】 前記 1 段目の単位スイッチにおける前記パケット分配部が、入力したパケットに対して、該パケットを入力した単位スイッチと最終的に該パケットを出力する単位スイッチとの組ごとに設定されたシーケンス番号を付すと共に、前記パケットを入力した単位スイッチである自スイッチの識別情報を付すことを特徴とする請求項 2 に記載のパケットスイッチ。

【請求項 9】 前記 1 段目の単位スイッチにおける前記パケット分配部が入力したパケットに対して付するシーケンス番号の総数が、後段の単位スイッチにおけるキューイング遅延の最大値と該後段の単位スイッチの入出力ポートの本数とに基づいて設定されていることを特徴とする請求項 7 に記載のパケットスイッチ。

【請求項 10】 前記最終段の単位スイッチが、パケットを入力する 1 段目の単位スイッチごとに設けられ、パケット単位でスロット化されたキューを備え

、
前記パケット整列部が、前段の単位スイッチから到着したパケットに付されている前記識別情報及び前記シーケンス番号に基づいて、対応する前記キューの対応するスロットへ該パケットを書き込み、

前記 $2N \times N$ スイッチ部が、前記キューに書き込まれている前記パケットを前記シーケンス番号の順に読み出して出力すること

を特徴とする請求項 8 に記載のパケットスイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、パケット交換方式の通信網で用いられるパケットスイッチに関し、特に単位スイッチを多段接続した構成を有する大規模なパケットスイッチに関する。

【0002】

【従来の技術】

高速パケット交換方式において、数百回線を超えるような大規模なパケットスイッチは、中小規模なパケットスイッチを多段に接続することによって実現している。多段接続の構成を有するパケットスイッチの例として、図 13 に 3 段接続したパケットスイッチを示す。

【0003】

図 13 に示すパケットスイッチは、1 段目の単位スイッチ 1311、1312 と、2 段目の単位スイッチ 1321、1322 と、3 段目の単位スイッチ 1331、1332 とを接続してなり、任意の入力ポートと出力ポートの組を見た場合、通信経路として複数のパスが存在する。

【0004】

ATM (Asynchronous Transfer Mode: 非同期通信モード) のようなコネクションオリエンティッド系のトラヒックを収容する場

合は、呼設定時に使用するパスの選択を行う。このとき、内部ブロッキング（最終出力ポートで見ると空き帯域があるが、2段目の単位スイッチ1321、1322の内部にパス設定ができない状態）が起きるのを防止するため、負荷の偏りが生じないようにパス設定を行うことが必要である。また、コネクションレスであるIPトラヒックを収容する場合は、同一フローに属するパケットは同一パスを通過する必要がある。したがって、フロー開始毎にコネクションオリエンティッド系のトラヒックの場合と同様にパス選択の必要が生じる。そして、いずれのトラヒックの場合でも、内部ブロッキングが生じないようにパス選択を行うためには、スイッチ全体で集中的な制御を行うことが必要であるため、拡張性を犠牲にすることとなる。

【0005】

これに対し、1段目単位スイッチから2段目単位スイッチにパケットを出力する際に、2段目の単位スイッチに対してパケットを均等に分配し、各2段目の単位スイッチの負荷を巨視的に見て均等にすることにより、内部ブロッキングを防ぐ方法がある。図14に示す多段接続のパケットスイッチにおいて、2段目の単位スイッチ1421、1422及び折り返した後の最終段の単位スイッチ1431において、パケットの宛先にしたがってスイッチングを行う。

【0006】

しかし、このようなスイッチング方法によれば、同一フロー／コネクションに属するパケットが通過するパスが異なる場合がある。また、微視的に見ると、パス毎の負荷が異なる可能性がある。このため、最終段におけるパケットの順序が元々の順序である入力ポートへの入力順序と異なる場合がある。このような事態を回避するため、入力ポートにおいて入力順序を示すタイムスタンプを付与し、最終段の単位スイッチ1431において、当該タイムスタンプに基づいてパケット順序の整列を行う。この制御は最終段の単位スイッチ1431におけるローカルな制御であるため、各最終段の単位スイッチ1431において、分散して制御することができる。したがって、必要に応じてパケットスイッチの構成を拡張する場合には有効である。

【0007】

タイムスタンプを用いた従来のこの種のパケットスイッチとしては、例えば、文献「大規模ATMスイッチにおける制御方式の検討」（電子情報通信学会技術研究報告SSE89-173）に開示されたパケットスイッチがある。同文献に記載された技術によれば、図13に示した3段接続のパケットスイッチにおいて、1段目の単位スイッチ1311、1312の入力ポートでパケットの入力時刻を示すタイムスタンプを入力パケットに付与する。タイムスタンプに付与されたパケットは、その宛先に関係無く2段目の単位スイッチ1321、1322に分配される。2段目の単位スイッチ1321、1322及び3段目の単位スイッチ1331、1332では、パケットの宛先に対応する出力ポートに送られる。3段目の単位スイッチ1331、1332の出力ポートにおいて、パケットは遅延させるために一時的に保持される。そして、1段目の単位スイッチ1311、1312に入力してから一定時間（1段目の単位スイッチ1311、1312から3段目の単位スイッチ1331、1332まで通過するのに要する最大遅延時間）以上経過したパケットから、順次、出力ポートに出力する。以上の処理によって、パケット順序の整列を行うことができる。

【0008】

タイムスタンプを用いた他の従来のパケットスイッチとして、特開平6-6370号公報に記載されたパケットスイッチがある。同公報に開示された技術によれば、まず、各1段目の単位スイッチが、セルの出力状況に応じて出力セルを2段目の単位スイッチに分配する。そして、3段目の単位スイッチが、1クロック周期で出力回線ごとに、まず1段目の単位スイッチに対応して設けられた各論理バッファの中から直前のセルが既に出力されているセルを1つずつ選択し、次に選択されたセルの中からタイムスタンプが最も古いセルを読み出して出力回線へ送出する。以上の処理によって、パケット順序の整列を行うことができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述したように、従来のタイムスタンプを用いたパケットスイッチは、最終段の単位スイッチに到着したパケットの順序を整列させるために、パケットを一定時間遅延させて出力していた。そのため、パケットの伝送に要する時間

を、1 段目の単位スイッチから 3 段目の単位スイッチまで通過するのに要する最大遅延時間よりも短くすることができないという欠点があった。

【0 0 1 0】

また、タイムスタンプの最も古いセルから順に出力するために、出力可能な全てのセルのタイムスタンプを比較して最も古いタイムスタンプを持つセルを識別しなければならず、煩雑な処理が必要であった。

【0 0 1 1】

本発明は、上記従来欠点を解決し、入力パケットに付したシーケンス番号に基づく簡易な処理により、パケットを遅延させることなく伝送させることができるパケットスイッチを提供することを目的とする。

【0 0 1 2】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成する本発明は、単位スイッチを多段接続して構成されたパケットスイッチにおいて、1 段目の単位スイッチが、入力したパケットに対して、該パケットの行き先に応じてシーケンス番号を付して後段の単位スイッチへ分配送出し、最終段の単位スイッチが、前段の単位スイッチから受け取ったパケットに付されているシーケンス番号にしたがってパケットの順序を整列して出力することを特徴とする。

【0 0 1 3】

請求項 2 の本発明のパケットスイッチは、前記 1 段目の単位スイッチが、入力したパケットに対して、該パケットを入力した単位スイッチと最終的に該パケットを出力する単位スイッチとの組ごとに設定されたシーケンス番号を付すと共に、前記パケットを入力した単位スイッチである自スイッチの識別情報を付すことを特徴とする。

【0 0 1 4】

請求項 3 の本発明のパケットスイッチは、前記 1 段目の単位スイッチが入力したパケットに対して付するシーケンス番号の総数が、後段の単位スイッチにおけるキューイング遅延の最大値と該後段の単位スイッチの入出力ポートの本数とに基づいて設定されていることを特徴とする。

【0015】

請求項4の本発明のパケットスイッチは、前記最終段の単位スイッチが、パケットを入力する1段目の単位スイッチごとに設けられ、パケット単位でスロット化されたキューを備え、前段の単位スイッチから到着したパケットに付されている前記識別情報及び前記シーケンス番号に基づいて、対応する前記キューの対応するスロットへ該パケットを書き込み、前記キューに書き込まれている前記パケットを前記シーケンス番号の順に読み出して出力することを特徴とする。

【0016】

請求項5の本発明のパケットスイッチは、前記最終段の単位スイッチが、前記キューに対するリード・ポインタの初期値を、最初に受信したパケットのシーケンス番号に基づいて決定することを特徴とする。

【0017】

請求項6の本発明のパケットスイッチは、前記最終段の単位スイッチが、前記キューにおけるリード・ポインタが示すスロットからパケットを読み出した場合、または前記キューにおけるリード・ポインタが示すスロットに一定時間パケットが到着しなかった場合に、該リード・ポインタを更新することを特徴とする。

【0018】

請求項7の本発明のパケットスイッチは、前記単位スイッチが、入力ポートを $2N$ 本持ち、出力ポートを N 本持つ $2N \times N$ スイッチ部と、入力したパケットに対して、該パケットの行き先に応じてシーケンス番号を付して後段の単位スイッチへ分配送出するパケット分配部と、前段の単位スイッチから受け取ったパケットに付されているシーケンス番号にしたがってパケットの順序を整列して前記 $2N \times N$ スイッチ部に渡すパケット整列部と、入力したパケットを、自スイッチにおいて折り返しか、または後段の単位スイッチに送出するかに応じて振り分け、折り返しの前記パケットを前記 $2N \times N$ スイッチ部に渡し、後段のスイッチに送出するパケットを前記パケット分配部に渡すフィルタとを備えることを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0020】

図1は、本発明の一実施形態によるパケットスイッチの構成を示すブロック図である。図1を参照すると、本実施形態のパケットスイッチは、 $2N \times 2N$ 相当の単位スイッチを N 個ずつ2段に接続して構成されている。図示のような接続形態をFolded型多段スイッチ (Folded Type Multistage Switch) という。本実施形態では、図示のようなFolded型の多段スイッチに本発明を適用した場合について説明する。Folded型多段スイッチにおいては、 $2N \times 2N$ 相当の単位スイッチを2段に接続すると $N^2 \times N^2$ 相当のパケットスイッチを構成することができ、3段に接続すると $N^3 \times N^3$ 相当のパケットスイッチを構成することができる。このような構成のパケットスイッチにおいて必要な単位スイッチの数は、 $N^2 \times N^2$ 相当のパケットスイッチを構成したときは $2N$ 個、 $N^3 \times N^3$ 相当のパケットスイッチを構成したときは $3N^2$ 個である。これに対して、正方格子拡大によってパケットスイッチを構成した場合、 $N^2 \times N^2$ 相当のパケットスイッチを構成したときは N^2 個の単位スイッチが必要となり、 $N^3 \times N^3$ 相当のパケットスイッチを構成したときは N^4 個の単位スイッチが必要となる。したがって、Folded型の多段スイッチは、正方格子拡大によってパケットスイッチを構成する場合よりも、必要な単位スイッチの数を少なくすることができる。

【0021】

本実施形態のパケットスイッチは、上記のようなFolded型の多段スイッチにおいて、各入力ポートで、同一の入力側単位スイッチと出力側単位スイッチの組に属するパケットに対して一連のシーケンス番号 (SN) を付す。そして、最終段の単位スイッチにおいて、SN番号にしたがってパケットの順序を整列する。順序が整列されたパケットは、宛先に対応する出力ポートに送られる。

【0022】

以下、本実施形態においては、パケットが固定長であるものと仮定して説明する。可変長のパケットを扱う場合には、1段目の単位スイッチにおけるパケットの入力部分に可変長のパケットを固定長のパケットにフラグメンテーションする

構成を追加し、最終段の単位スイッチにおける出力部分に固定長の packets を可変長の packets に組み立てる構成を追加すればよい。なお、これらの可変長の packets を固定長の packets にフラグメンテーションする構成及び固定長の packets を可変長の packets に組み立てる構成を追加することが、本実施形態における技術的な特徴でないことは言うまでもない。

【0023】

本実施形態における $2N \times 2N$ 相当の単位スイッチの構成を図2に示す。図2を参照すると、単位スイッチは、フィルタ部210と、 $2N \times N$ スイッチ部220と、パケット分配部230と、パケット整列部240とを備える。このうち、パケット分配部230及びパケット整列部240は拡張用、すなわち単位スイッチを多段接続する際に用いる構成である。

【0024】

上記構成において、フィルタ部210は、入力した packets の宛先に応じて当該 packets を振り分ける。すなわち、入力 packets が自スイッチ内で折り返す場合は、当該入力 packets を $2N \times N$ スイッチ部220に渡し、入力 packets を他の単位スイッチへ送る場合は、当該入力 packets をパケット分配部230に渡す。

【0025】

$2N \times N$ スイッチ部220は、入力ポートを $2N$ 本持ち、出力ポートを N 本持つ。多段接続を行った場合は、自スイッチにおいて折り返す packets と他の単位スイッチから受け取った packets の両方を処理する必要があるため、出力ポート数の2倍の数の入力ポートを用意する。単位スイッチ単体で動作する場合は、他の単位スイッチから packets を入力することがないため、 $N \times N$ スイッチとして動作する。 $2N \times N$ スイッチ部220の構成を図3に示す。図3を参照すると、 $2N \times N$ スイッチ部220は出力バッファスイッチである。図示の構成において、 $2N \times N$ スイッチ部220に入力した packets は、時分割多重されて各出力ポートに送られる。そして、各出力ポートにおいて、各 packets に対するアドレスフィルタリングが行われる。すなわち、各出力ポートにおけるアドレスフィルタ221が packets の行き先のアドレスに基づいて、自出力ポート行きの packets

のみを通過させて出力バッファ 222 に格納する。出力バッファ 222 に格納されたパケットは、出力ポートの速度に合わせて取り出され、出力ポートに出力される。

【0026】

次に、パケット分配部 230 及びパケット整列部 240 について説明する。上述したように、パケット分配部 230 及びパケット整列部 240 は、パケットスイッチが単位スイッチを多段接続して構成された多段スイッチである場合に用いられる構成である。そこで、パケット分配部 230 の説明においては、自スイッチが 1 段目の単位スイッチであって後段に他の単位スイッチが存在するものとして説明し、パケット整列部 240 の説明においては、自スイッチが最終段の単位スイッチであって前段に他の単位スイッチが存在するものとして説明する。

【0027】

パケット分配部 230 は、フィルタ部 210 から受け取ったパケットを自スイッチの後段の単位スイッチへ適宜分配出力する。この際、パケットを入力した単位スイッチ（1 段目の単位スイッチ）と当該パケットを出力する単位スイッチ（最終段の単位スイッチ）との組み合わせが同一であるパケットごとに、シーケンス番号（SN）を付す。実際には、1 段目の単位スイッチは自スイッチであるので、最終段の単位スイッチごとにシーケンス番号（SN）が付されることとなる。また、全てのパケットに対して、当該パケットが 1 段目のどの単位スイッチから入力したかを示す識別情報（例えば、自スイッチの単位スイッチ番号）を付す。これにより、最終段の単位スイッチにおいて、到着したパケットに付されたシーケンス番号（SN）及び 1 段目の単位スイッチの識別情報を参照することによって、当該パケットを入力した 1 段目の単位スイッチ別に、かつ当該 1 段目の単位スイッチに入力した順にパケットを整列させることが可能となる。

【0028】

パケットの分配方法としては、例えば、バレルシフターのように、パケットの行き先とは関係無く、入力と出力の接続関係を一つずつずらす方式がある。この場合の分配出力の例を図 4 に示す。図 4 を参照すると、パケット分配部 230 に入力したパケットは、単位スイッチ #1 行きのパケット（斜線を付したパケット

）と単位スイッチ#N行きのパケット（斜線を付していないパケット）とに分けてシーケンス番号（SN）1～3が付され、入出力の接続関係が1つずつずらされて出力されている。なお、当該分配方法によって十分な性能が得られると考えられるが、後段の単位スイッチから前段の単位スイッチへ送られるシーケンス番号（SN）及びパケットのキューイング量に関するフィードバック情報を利用してパケットの分配を行うことにより、さらに性能を向上させることも可能である。例えば、キューイング量が小さい単位スイッチから優先的にパケットを送るという方法を採用することができる。

【0029】

パケット整列部240は、前段の単位スイッチから受け取ったパケットを整列して $2N \times N$ スイッチ部220に渡す。パケット整列部240の構成を図5に示す。図5を参照すると、パケット整列部240は、1段目の各単位スイッチに対応して設けられたキュー241を持つ。キュー241は、パケット単位でスロット化されている。パケット整列部240は、パケットが到着すると、当該パケットに付された識別情報に基づいて当該パケットが入力された1段目の単位スイッチを識別し、対応するキューに書き込む。この際、当該パケットに付されたシーケンス番号（SN）をライト・ポインタのように扱って、キューへの書き込みを行う。図5には、順序不同に到着したパケットが、単位スイッチ#0に入力されたパケット（斜線を付したパケット）と単位スイッチ#1に入力されたパケット（斜線を付していないパケット）とに分けてシーケンス番号（SN）の順番通りにキュー241に書き込まれる様子が示されている。したがって、図6に示すように、キュー241に書きこまれたパケットを先頭から順に読み出していけば、パケットの順序が整列されたことになる。

【0030】

以上のように、本実施形態によれば、最終段の単位スイッチにおいて、到着したパケットに付されているシーケンス番号（SN）に該当するキューの位置を検出すること、言い換えれば、パケットに付されているシーケンス番号（SN）とキューの未だパケットが書き込まれていない位置のライト・ポインタとが一致するかどうかを調べる処理を行うことによって、パケットの整列作業が完了するた

め、従来技術で説明した各パケットのタイムスタンプを比較して最も古いタイムスタンプを有するパケットを識別する場合に比べて、はるかに簡易な処理でパケットの整列を行うことができる。

【0031】

キュー 241 からパケットを読み出すためのリード・ポインタは、スロット毎にシーケンシャルに更新する。更新のタイミングは、パケットを読み出す際、または一定時間以上パケットが到着しなかった場合とする。

【0032】

ところで、1 段目の単位スイッチにおいてシーケンス番号 (SN) が付されたパケットが最終段の単位スイッチに至るまでに、途中の単位スイッチのバッファオーバーフローによって破棄されてしまう場合がある。この場合、当該パケットの到着をいつまでも待っていると、シーケンス番号 (SN) が一回りして当該破棄されたパケットに付されたシーケンス番号 (SN) と同一のシーケンス番号 (SN) を有する後のパケットが到着した際に、当該破棄されたパケットが到着したものであるとして誤ったパケットの整列を行うこととなる。図 7 を参照すると、シーケンス番号「3」を付された 2 つのパケットにおいて、先にシーケンス番号「3」を付されたパケットが破棄されてしまったため、後にシーケンス番号「3」を付されたパケットが、破棄されたパケットに代わって、先に入力されたパケット群と共に整列されてしまう様子が示されている。

【0033】

このような事態を回避するため、リード・ポインタの初期値を、最初に受信したパケットのシーケンス番号 (SN) に基づいて算出すると共に、適当な条件でリード・ポインタを更新していく処理を行うことが必要である。リード・ポインタの初期値の決定方法及び更新方法を図 8、図 9 のフローチャートに示す。

【0034】

図 8 のフローチャートを参照して、リード・ポインタの初期値の決定動作を説明する。まず、最初のパケットが到着した際に、当該パケットのシーケンス番号 (SN) が「0」（最初にパケットに付される番号）かどうかを調べる（ステップ 801、802）。シーケンス番号 (SN) が「0」であれば、リード・ポイ

ンタの値を「0」として（ステップ803）、処理を終了する（リード・ポインタの初期値確定）。

【0035】

一方、最初に到着したパケットのシーケンス番号（SN）が「0」でない場合、リード・ポインタの値を当該シーケンス番号（SN）とし、タイマーをセットする（ステップ804）。そして、当該タイマーがオーバーフローするまで新たなパケットが到着しなかった場合は、ステップ804で設定したリード・ポインタの値を初期値として処理を終了する（ステップ805）。

【0036】

タイマーがオーバーフローする前に新たなパケットが到着した場合（ステップ805、806）、当該パケットのシーケンス番号（SN）とステップ804で設定したリード・ポインタの値とを比較する（ステップ807）。そして、当該シーケンス番号（SN）がリード・ポインタよりも小さい場合、ステップ801に戻って、リード・ポインタの値の設定をやり直す。また、当該シーケンス番号（SN）がリード・ポインタの値以上である場合、ステップ805に戻って、タイマーがオーバーフローするまで新たなパケットの到着を待つ。

【0037】

次に、図9のフローチャートを参照して、リード・ポインタの更新動作を説明する。パケット整列部240がキュー241からのパケットの読み出し動作を開始すると（ステップ901）、まず、その時点でのリード・ポインタが示すスロットにパケットが存在するかどうかを調べる（ステップ902）。パケットが存在すれば、当該パケットを読み出す（ステップ903）。そして、リード・ポインタの値に「1」を加算することによってリード・ポインタを更新する（ステップ904）。

【0038】

一方、リード・ポインタが示すスロットにパケットが存在しない場合、タイマーがセット済みかどうかを調べる（ステップ905）。タイマーがセット済みであれば、当該タイマーのオーバーフローを待って、リード・ポインタの値に「1」を加算することによってリード・ポインタを更新する（ステップ908、90

4)。

【0039】

タイマーがセットされていない場合、当該リード・ポインタの値よりも大きなシーケンス番号 (SN) を持つパケットがキュー 241 に存在するかどうかを調べる (ステップ 906)。そのようなパケットが存在する場合、タイマーをセットし (ステップ 907)、当該タイマーのオーバーフローを待って、リード・ポインタの値に「1」を加算することによってリード・ポインタを更新する (ステップ 908、904)。

【0040】

リード・ポインタの値よりも大きなシーケンス番号 (SN) を持つパケットがキュー 241 に存在しない場合は、リード・ポインタを更新することなくパケットの読み出し処理を終了する。

【0041】

以上のように、最初に受信したパケットのシーケンス番号 (SN) に基づいてリードポインタの初期値が決定され、当該リードポインタにて示されるスロットに存在するパケットが読み出された場合、または、当該リードポインタに対応するパケットが到着せず一定時間が経過した場合に、リードポインタの更新を行う。これによって、所定のパケットが途中の単位スイッチにおいて破棄された場合に、当該パケットを待ち続けて、誤ったパケットの整列を行うことを防止することができる。

【0042】

本実施形態において、最終段の単位スイッチには、前段の単位スイッチより N 本の入力 that 接続されている。したがって、タイムスロット (パケット長に相当) ごとに、パケット整列部 240 から $2N \times N$ スイッチ部 220 へ、順序整列処理済みのパケット N 個が送信されるのが、スループットの面から観て、望ましい。図 8 に示したようにキュー 241 にパケットが存在する場合、出力を 4 本とすれば、最上段のキュー 241 からは 3 個のパケットを送出し、2 段目のキュー 241 からは 1 個のパケットを送出する。一般に、N 本の出力がある場合、1 タイムスロットに N 個のパケットが送出可能である。そして、各キュー 241 は、可能

な限り多くのパケットを出力するように、リード・ポインタの更新を試みる。したがって、各キュー 241 において、1 タイムスロット内に最大 N 回のリード・ポインタの更新が行われることになる。

【0043】

以上のように、単位スイッチを多段接続した構成を有するパケットスイッチにおいて、1 段目の単位スイッチが入力パケットにシーケンス番号 (SN) を付し、最終段の単位スイッチが受け取ったパケットに付されているシーケンス番号 (SN) にしたがってパケットを出力することにより、出力すべきパケットが到着した時点で直ちに当該パケットを出力することが可能となる。したがって、タイムスタンプを利用してパケットの順序を整列する場合のように、最終段の単位スイッチに既にパケットが到着しているにも関わらず、1 段目の単位スイッチから最終段の単位スイッチまで通過するのに要する最大時間分の遅延を行う必要がない。

【0044】

また、パケットの出力は、シーケンス番号 (SN) の順番にしたがって行われるので、パケットを整列させるためには、到着したパケットのシーケンス番号 (SN) が次に出力すべきパケットのシーケンス番号 (SN) と同一かどうかを調べるだけで良い。したがって、タイムスタンプを利用してパケットの順序を整列する場合のように、到着した全てのパケットに付されているタイムスタンプを比較して最も古いタイムスタンプを有するパケットを検出するという煩雑な作業を行う必要がない。

【0045】

シーケンス番号 (SN) を用いてパケットの順序を制御する場合、シーケンス番号 (SN) の繰り上げ及び巡回に注意する必要がある。具体的には、用意されたシーケンス番号 (SN) の総数が非常に少ない場合、パケットに付与するシーケンス番号 (SN) が一回りしてしまうことにより、同一のシーケンス番号 (SN) を付されたパケットが一つの単位スイッチ中に同時に複数存在することとなって、パケットの整列が正確に行われない事態が生じる可能性がある。

【0046】

このような事態を回避するためには、シーケンス番号 (SN) の総数を十分多くするか、または、シーケンス番号 (SN) に関する応答メッセージ (ACKメッセージ) を 1 段目の単位スイッチへ返送することによって、シーケンス番号 (SN) の総数以上の数のパケットが所定の単位スイッチに蓄積されないようにする方法がある。以下、個別に説明する。

【0047】

まず、シーケンス番号 (SN) の総数を十分多くすることによる回避方法について説明する。所定のパケットが 2 段目の単位スイッチにキューイングされているときに、巡回した同一のシーケンス番号 (SN) を持つ他のパケットが最終段の単位スイッチへ到着してしまうと、パケットの整列が正確に行われなくなる。ここで、2 段目の単位スイッチにおけるキューイング遅延の最大値を M タイムスロット (1 タイムスロット = 1 パケット長) とし、入出力ポートの数を N 本すると、最大遅延を受けたパケットが 2 段目の単位スイッチを通過するまでに、同一の入力側 (1 段目) の単位スイッチ及び出力側 (最終段) の単位スイッチの組を持つパケットが、最大で $N \times M$ 個、2 段目の単位スイッチに入力することになる。タイムスタンプの値も最大遅延パケットに対して、 $N \times M$ 回更新される。このような場合、論理的には、シーケンス番号 (SN) の総数が $N \times M$ 個以上あれば、パケット整列は常に正確に行われる。実際には、単位スイッチの各構成要素における処理遅延等を考慮して、用意するシーケンス番号 (SN) の総数として、 $2 \times (N \times M)$ 個を目安とする。

【0048】

次に、応答メッセージ (ACKメッセージ) を使用する回避方法について説明する。ACKメッセージには、リード・ポインタの位置を記述する。ここで、リード・ポインタの位置とは、最後に整列処理されたパケットのシーケンス番号 (SN) の次の値、すなわち、次に整列されるパケットのシーケンス番号 (SN) の値である。1 段目の単位スイッチは、ACKメッセージに記されている値「 $SN_{currentRP}$ 」に基づいて、 $modulo(SN_{currentRP} + SN_{length})$ まで ACKメッセージの受信無しにシーケンス番号 (SN) を更新してパケットに付し、送信する。これ以降のパケットは待たせるか、ま

たは廃棄する。このような制御により、2段目の単位スイッチには最大で「SN length」個の packets が蓄積可能となる。ここで、「SN length」は、入力側（1段目）の単位スイッチと出力側（最終段）の単位スイッチの組み毎に異なっても良い。このとき、「SN length」が、2段目の単位スイッチ全体で仮想的なキュー長と考えることができる。

【0049】

本実施形態の packet switch は、上述したようにシーケンス番号（SN）を用いた packets の整列を行うことにより、高速な回線を収容することができる。そして、シーケンス番号（SN）の付加方法として、次の手法を用いることにより、単位スイッチの入力ポートの速度より高速な回線も収容可能である。

【0050】

単位スイッチのポート速度を 600Mbps とする。当該単位スイッチに 2.4Gbps の回線を収容する。この場合、図 10 に示すように、2.4Gbps の回線を packet 単位で 600Mbps の回線×4 本に分離する。分離する場合に必ず若番のポートから順に分離し、シーケンス番号（SN）を若番から付するといったルールを規定する。当該ルールを守ってシーケンス番号（SN）を付することにより、分離された packets の順序も保存することができる。当該 packets を、シーケンス番号（SN）の順序にしたがって復元することにより、分離された packets を正確に復元することができる。

【0051】

以上のようにして、600Mbps ベースの単位スイッチを用いて 2.4Gbps の回線を収容することが可能となる。同様に、OC-192（10Gbps）でも、600Mbps ベースに分割することによって収容することが可能である。また、2.4Gbps の回線を 150Mbps ベースの単位スイッチに収容する場合には、当該回線を packet 単位で 150Mbps の回線×16 本に分離する。1.2Gbps ベースの単位スイッチを用いて収容する場合には、2.4Gbps の回線を packet 単位で 1.2Gbps の回線×2 本に分離する。このようにして、単位スイッチのポート速度よりも高速な回線を収容することができる。

【0052】

図11は、本発明の他の実施形態によるパケットスイッチの構成を示すブロック図である。また、図12は、本実施形態のパケットスイッチにおける単位スイッチの構成を示すブロック図である。図11及び図12を参照すると、本実施形態は、図2に示した単位スイッチと同じ構成の $2N \times 2N$ のパケットスイッチ1110を2段に接続して構成された $N^2 \times N^2$ のパケットスイッチ1120を単位スイッチとする。そして、当該単位スイッチ1120を N 個（#0～# $N-1$ ）用意してさらに拡張することにより、 $N^3 \times N^3$ のパケットスイッチを構成している。

【0053】

本実施形態において、単位スイッチ1120を構成するパケットスイッチ1110ごとに、パケット分配部1111とパケット整列部1112とが用意され、パケットの分配及び整列が行われることとなる。個々のパケットスイッチ1110におけるシーケンス番号（SN）を用いたパケットの整列動作は、上述した第1の実施形態において説明した、図2に示した単位スイッチによるパケットの整列動作と同一であるため、説明を省略する。

【0054】

以上好ましい実施の形態をあげて本発明を説明したが、本発明は必ずしも上記実施の形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、本発明をFolded型の多段スイッチに適用した例としているが、図13に示した構成の多段スイッチに対しても適用できるのは言うまでもない。

【0055】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のパケットスイッチによれば、1段目の単位スイッチにおいて入力パケットにシーケンス番号を付し、最終段の単位スイッチにおいて受け取ったパケットに付されているシーケンス番号に基づいてパケットの順序を整列して出力するため、タイムスタンプを用いてパケットの順序を整列する場合のようにパケットを一定時間遅延させることは不要である。これにより、パケットがパケットスイッチを通過するのに要する時間を短縮させることができる。

ため、パケット通信の品質を向上させることができるという効果がある。

【0056】

また、単位スイッチの入力ポートよりも高速な回線を収容することができるという効果がある。

【0057】

また、単位スイッチにおいて、拡張用のポートを予め確保しておくことにより、単位スイッチの増設、拡張を容易に行なうことができる。

【0058】

さらに、Folded型の多段スイッチとすることにより、後段の単位スイッチから前段の単位スイッチへ制御情報の返送を行う場合に、パケットの通話路の制御と同様の制御により返送することができるため、制御情報の返送処理を容易に実行することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態によるパケットスイッチの構成を示すブロック図である。

【図2】 図1のパケットスイッチを構成する単位スイッチの構成を示すブロック図である。

【図3】 本実施形態における $2N \times N$ スイッチ部の構成を示すブロック図である。

【図4】 本実施形態におけるパケット分配部の動作を説明する図である。

【図5】 本実施形態におけるパケット整列部によるパケット蓄積動作を説明する図である。

【図6】 パケット整列部からのパケットの出力動作を説明する図である。

【図7】 パケットがパケットスイッチを通過中に単位スイッチのバッファオーバーフローによって破棄される様子を示す図である。

【図8】 本実施形態のパケット整列部によるキューからのパケット読出しに用いられるリード・ポインタの初期値の決定動作を示すフローチャートである。

【図9】 本実施形態のパケット整列部によるキューからのパケット読出し

に用いられるリード・ポインタの初期値の更新動作を示すフローチャートである。

【図 1 0】 本実施形態のパケットスイッチにおいて、単位スイッチの入力ポートよりも高速な回線を収用する手法を説明する概略図である。

【図 1 1】 $N^2 \times N^2$ のパケットスイッチを単位スイッチとして多段接続し、 $N^3 \times N^3$ に拡張したパケットスイッチの構成例を示す図である。

【図 1 2】 図 1 1 に示すパケットスイッチを構成する単位スイッチの構成を示すブロック図である。

【図 1 3】 3 段接続したパケットスイッチの構成を示すブロック図である。

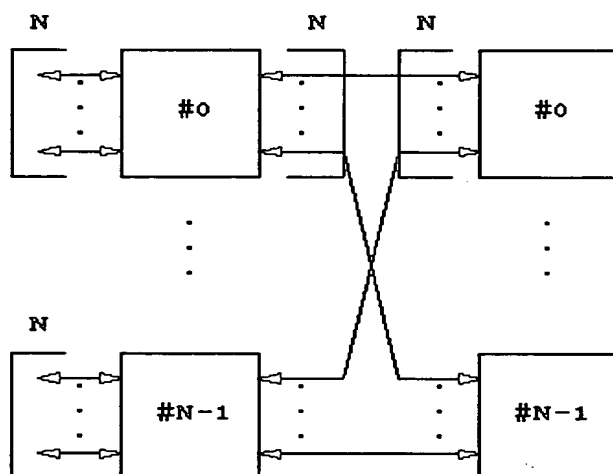
【図 1 4】 多段接続されたパケットスイッチにおけるパケットの通過の様子を示す図である。

【符号の説明】

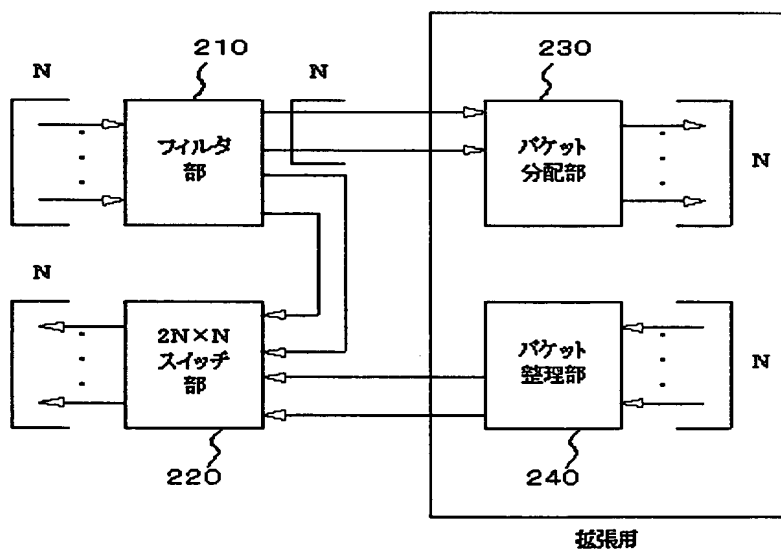
1 1 1、1 1 2、1 2 1、1 2 2	単位スイッチ
2 1 0	フィルタ部
2 2 0	$2N \times N$ スイッチ部
2 3 0	パケット分配部
2 4 0	パケット整列部

【書類名】 図面

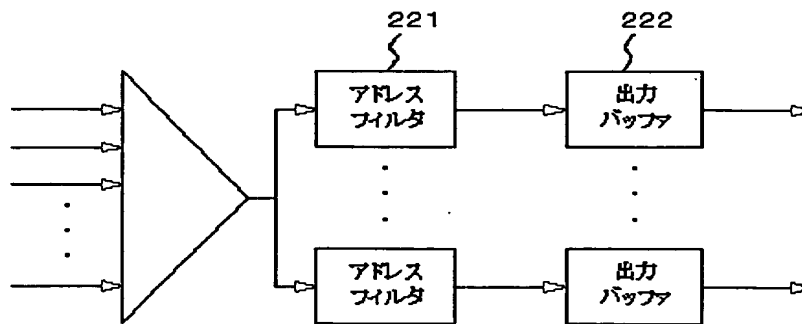
【図 1】



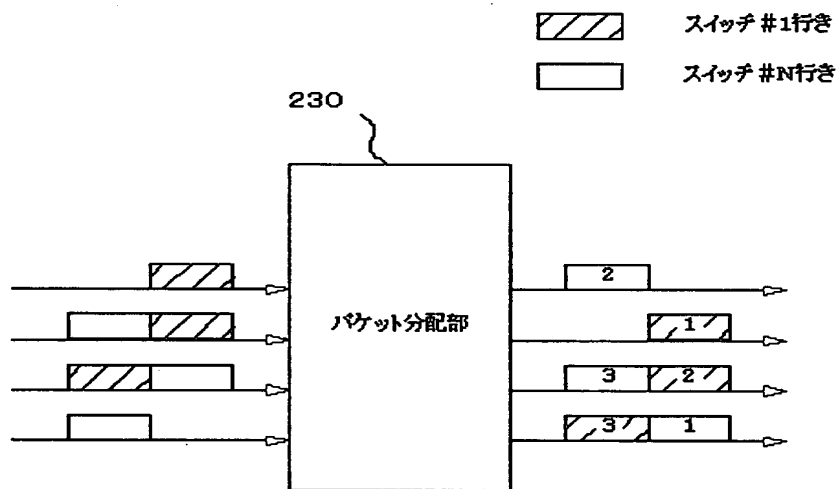
【図 2】



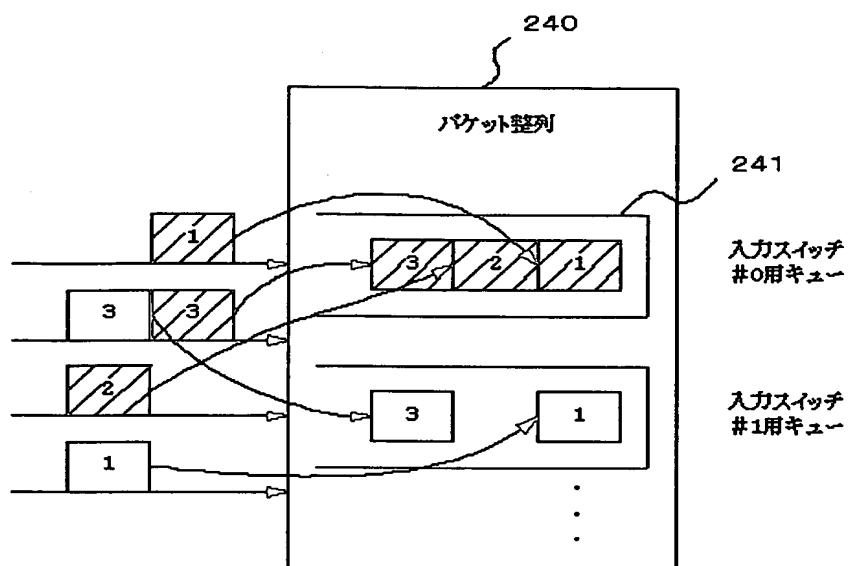
【図 3】



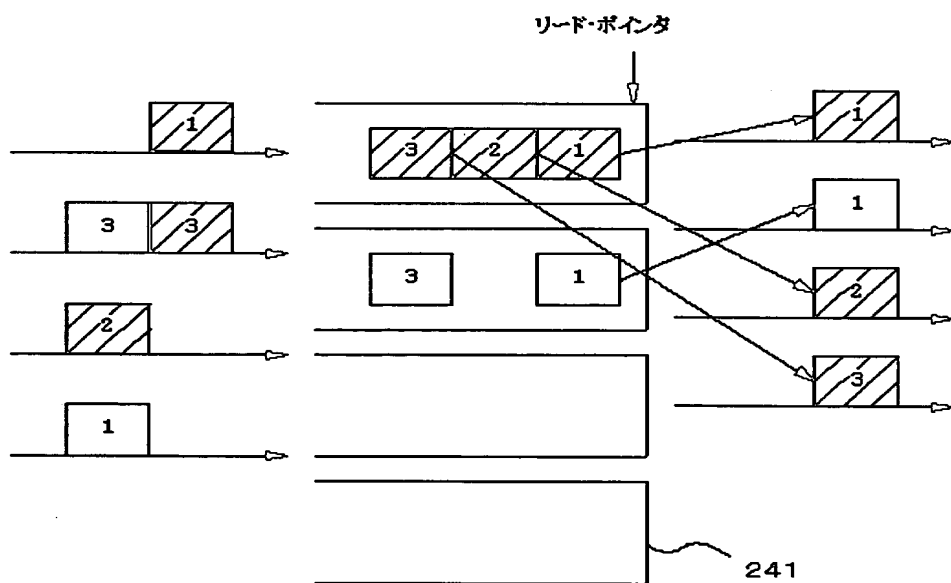
【図 4】



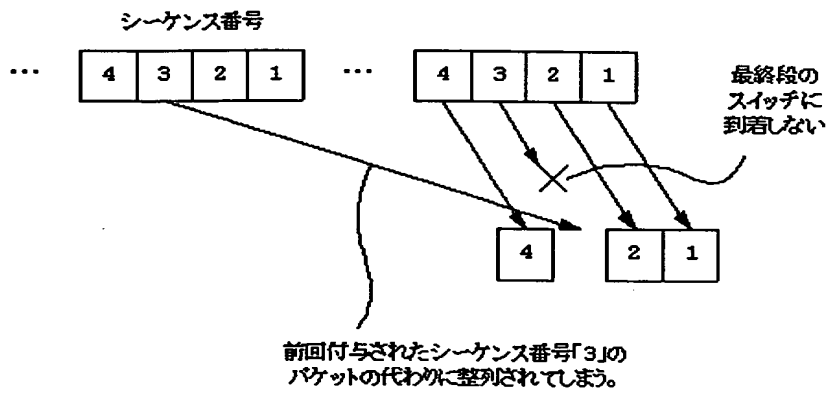
【図 5】



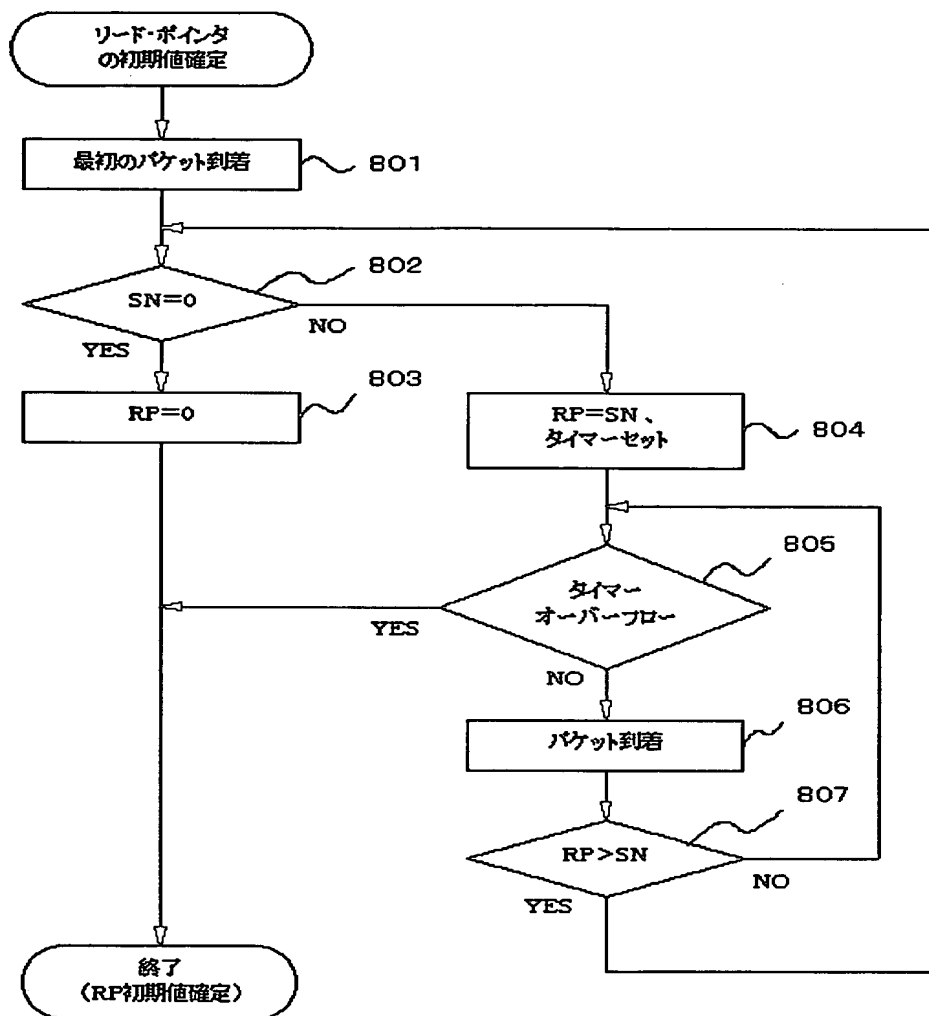
【図 6】



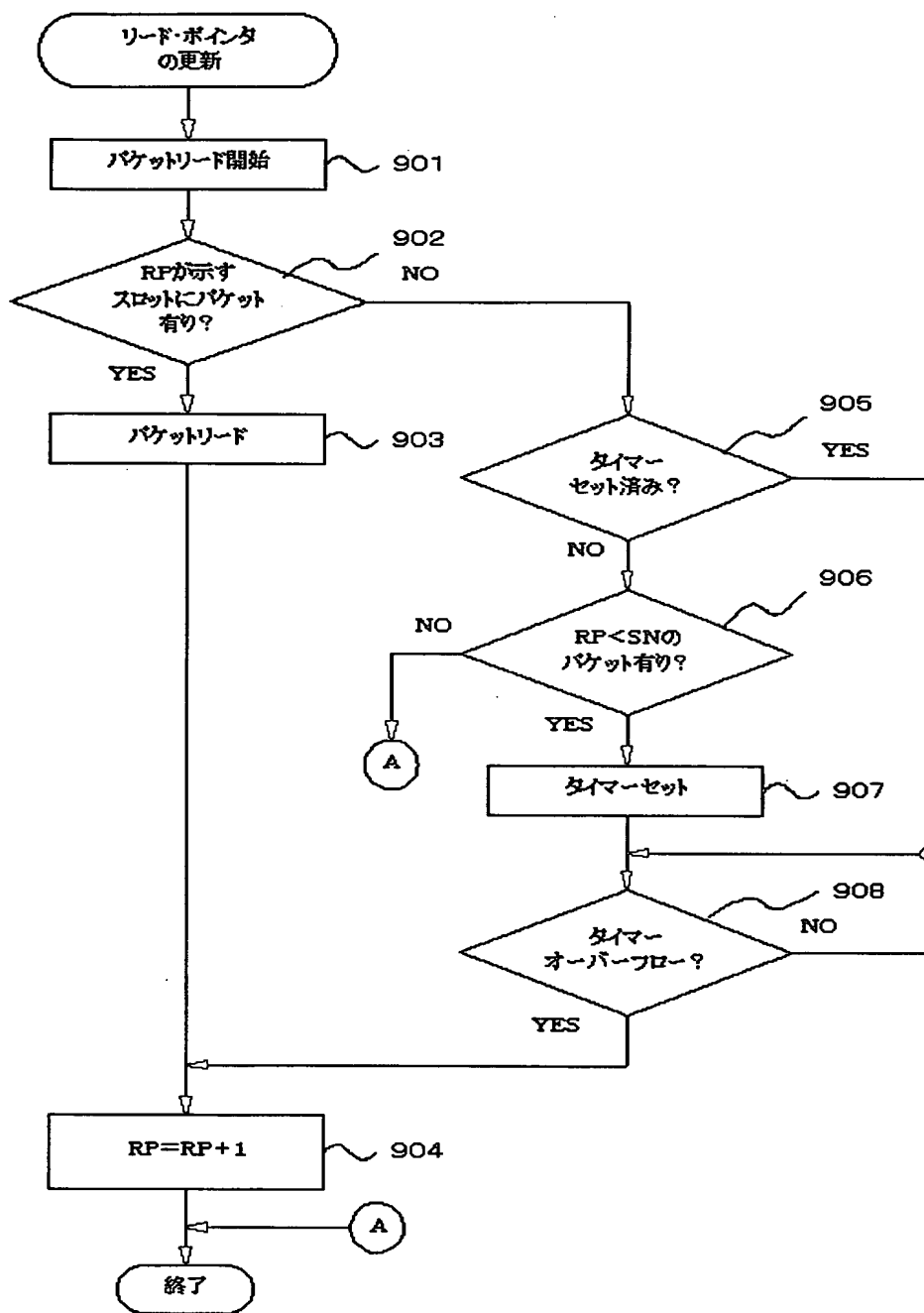
【図 7】



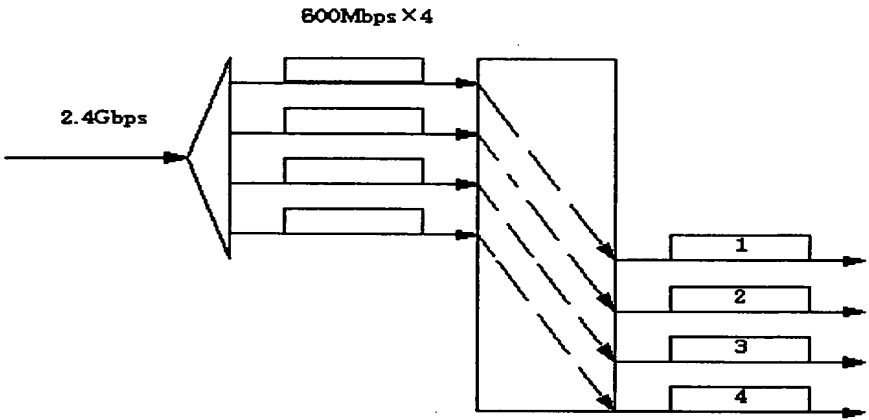
【図 8】



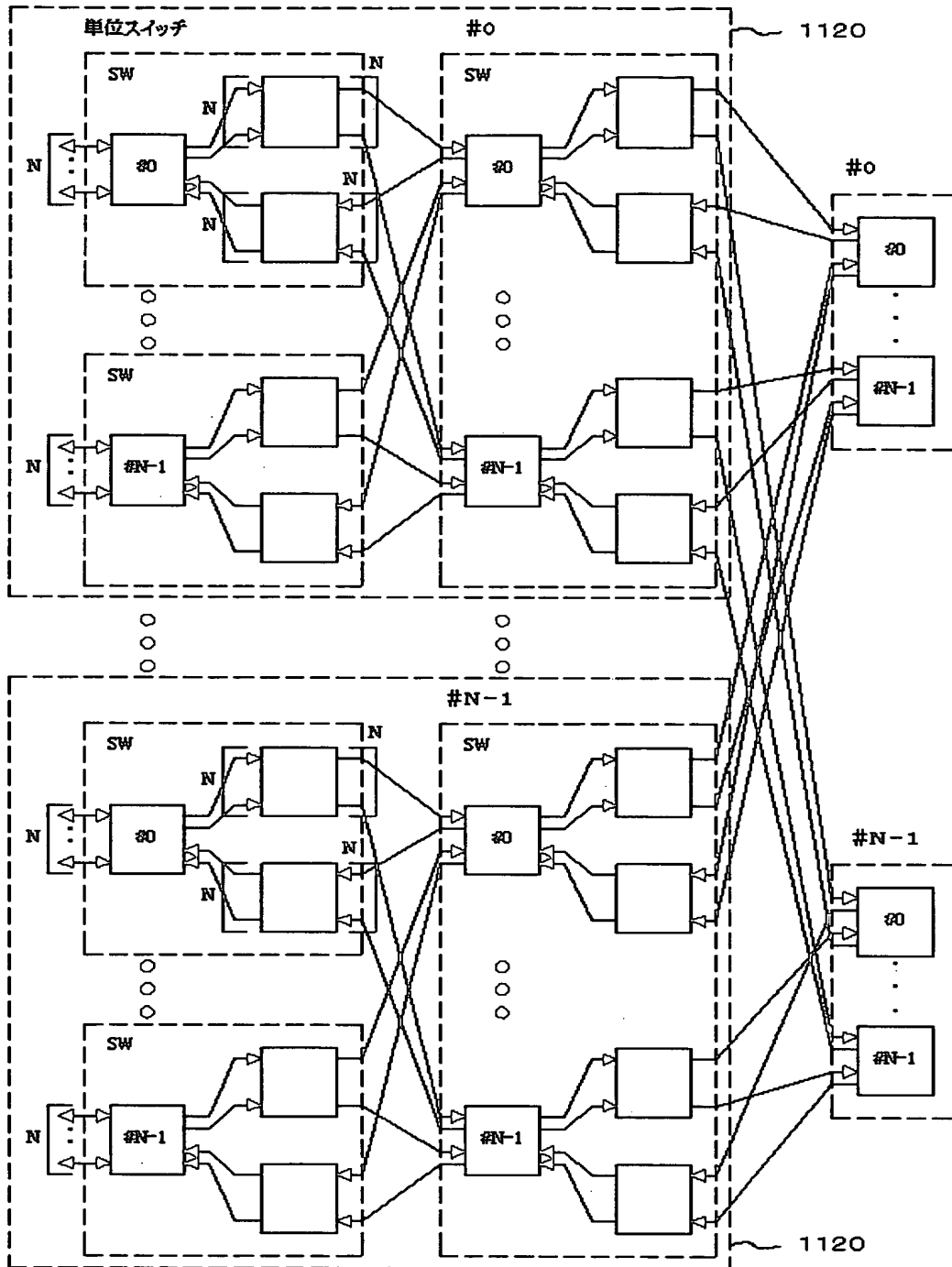
【図 9】



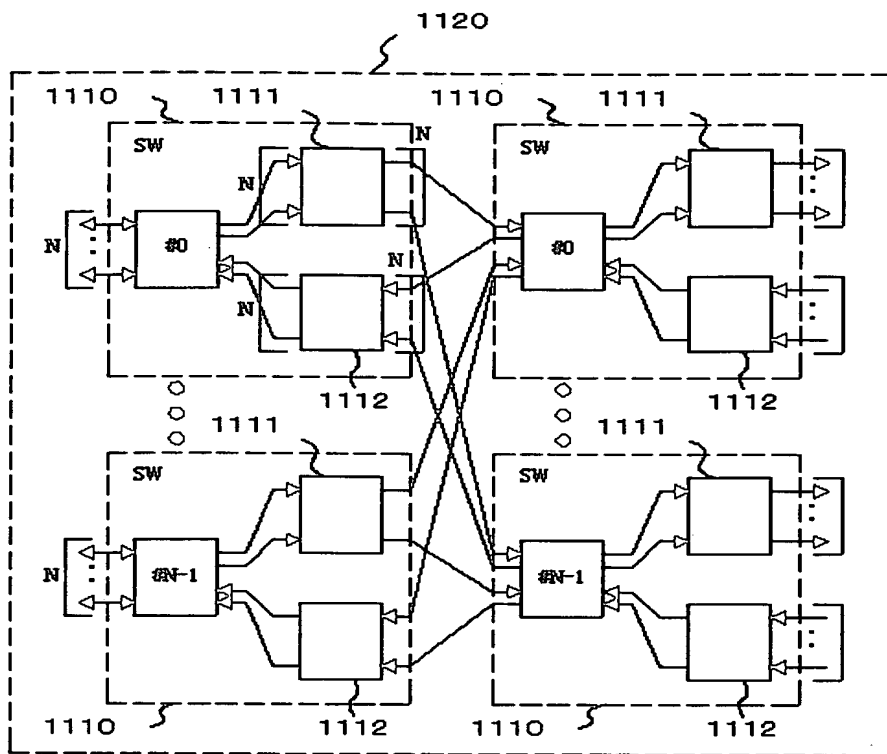
【図 1 0】



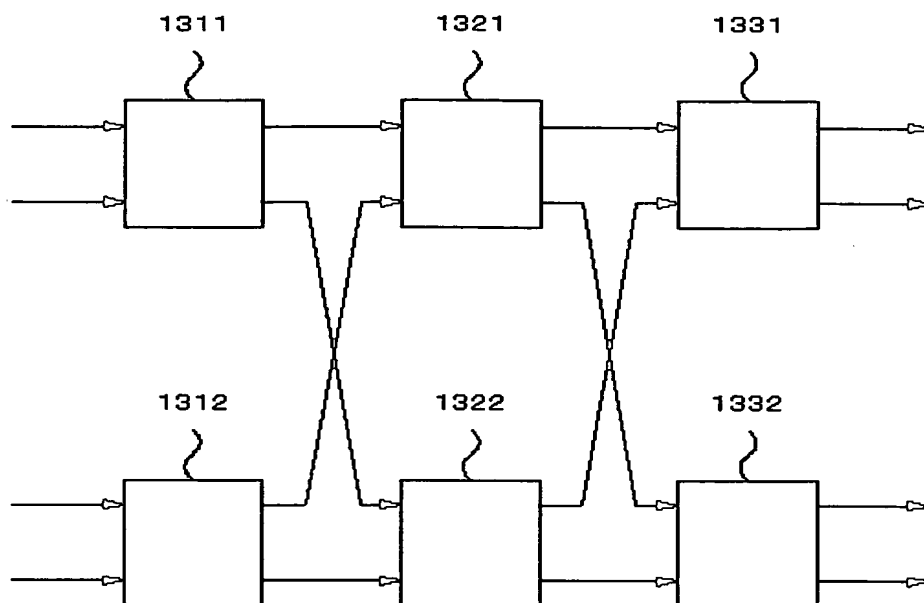
【図 1 1】



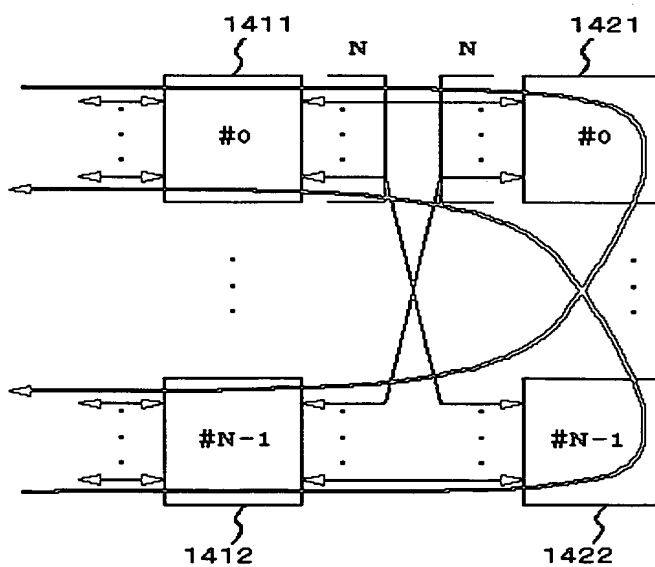
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 パケットを遅延させることなく伝送させることができ、高速な回線を収容できるパケットスイッチを提供する。

【解決手段】 単位スイッチを多段接続して構成されたパケットスイッチにおいて、1段目の単位スイッチ111、112が、入力したパケットに対して、該パケットの行き先に応じてシーケンス番号を付して後段の単位スイッチへ分配送出し、最終段の単位スイッチ121、122が、前段の単位スイッチから受け取ったパケットに付されているシーケンス番号にしたがってパケットの順序を整列して出力する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第096996号
受付番号	59900315963
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成11年 4月15日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成11年 4月 2日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名 日本電気株式会社